

Publication No. : JP2003-244763

Publication Date : August 29, 2003

Application No. : P2002-37247

Application Date. : February 14, 2002

Abstract :

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a mobile communication system capable of preventing reduction in a communication capacity and reducing interference given onto a TCH (Traffic channel) due to transmission of an SCH (Synchronization Channel) while searching a cell with high accuracy.

**SOLUTION:** The mobile communication system 1 of this invention is provided with a base station 30 and a mobile station 10. The base station 30 uses a plurality of carriers for a downlink channel to transmit a pilot symbol sequence known to the mobile station 10 to the mobile station 10 and applies scramble codes identical in a frequency direction to the channels by each symbol period to make communication with the mobile station 10. The mobile station 10 is provided with a peak detector 17 for detecting a wireless frame border by taking cross-correlation among the pilot symbol sequences in the frequency direction received by the base station 30 while taking the phase difference of the scramble codes into account.

(19) 日本国特許庁 (J P)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-244763

(P 2 0 0 3 - 2 4 4 7 6 3 A)

(43) 公開日 平成15年8月29日(2003.8.29)

| (51) Int. Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I        | テーマコード (参考) |
|----------------------------|------|------------|-------------|
| H04Q 7/38                  |      | H04J 11/00 | Z 5K022     |
| H04B 1/707                 |      | H04L 7/00  | C 5K047     |
| H04J 11/00                 |      | H04B 7/26  | 109 N 5K067 |
| H04L 7/00                  |      | H04J 13/00 | D           |

審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全12頁)

(21) 出願番号 特願2002-37247(P 2002-37247)

(22) 出願日 平成14年2月14日(2002.2.14)

(71) 出願人 392026693

株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ  
東京都千代田区永田町二丁目11番1号

(72) 発明者 丹野 元博

東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株  
式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

(72) 発明者 新 博行

東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株  
式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

(74) 代理人 100088155

弁理士 長谷川 芳樹 (外4名)

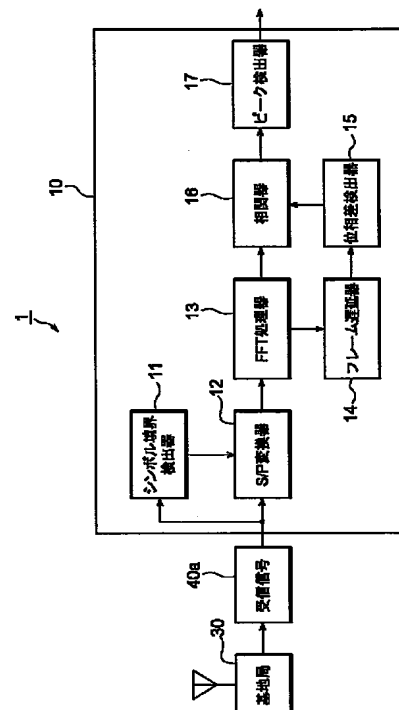
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動通信システム、チャネル同期確立方法、及び移動局

(57) 【要約】

【課題】 セルサーチを高精度に行いつつ、SCHの送信に起因する、通信容量の減少及びTCHに与える干渉を低減した移動通信システムを提供する。

【解決手段】 本発明に係る移動通信システム1は、基地局30と移動局10とを備える。基地局30は、下り方向のチャネルに複数のキャリアを用いて、移動局10に既知であるパイロットシンボル系列を移動局10に送信すると共に、周波数方向に同一のスクランブル符号を、シンボル周期毎にチャネルに掛けて移動局10と通信を行う。移動局10は、基地局30から受信された周波数方向のパイロットシンボル系列間において、スクランブル符号の位相差を考慮した相互相関をとることにより無線フレーム境界を検出するピーク検出器17を備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基地局と移動局とを備え、前記基地局が、下り方向のチャンネルに複数のキャリアを用いて、前記移動局に既知であるパイロットシンボル系列を前記移動局に送信すると共に、周波数方向に同一のスクランブル符号をシンボル周期毎に前記チャンネルに掛けて前記移動局と通信を行う移動通信システムであって、前記移動局は、前記基地局から受信された周波数方向のパイロットシンボル系列間において、前記スクランブル符号の位相差を考慮した相互相関をとることにより無線フレーム境界を検出する境界検出手段を備えることを特徴とする移動通信システム。

【請求項 2】 前記基地局は、1つの無線フレーム内に複数のパイロットシンボル系列を送信すると共に、当該複数のパイロットシンボル系列に掛けられる複数のスクランブル符号の位相差を使用して、前記移動局に制御情報を伝送する制御情報伝送手段を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の移動通信システム。

【請求項 3】 前記制御情報は、前記基地局が使用するスクランブル符号グループであることを特徴とする請求項 2 に記載の移動通信システム。

【請求項 4】 前記位相差は、周波数間隔に換算されたときに、コヒーレント帯域幅の範囲内にある値であることを特徴とする請求項 1 ～ 3 の何れか一項に記載の移動通信システム。

【請求項 5】 前記制御情報伝送手段は、複数の種類のパイロットシンボル系列を使用して制御情報を伝送することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の移動通信システム。

【請求項 6】 前記パイロットシンボル系列は、擬似ランダム系列であることを特徴とする請求項 5 に記載の移動通信システム。

【請求項 7】 前記制御情報は、前記基地局が使用するスクランブル符号グループであることを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の移動通信システム。

【請求項 8】 前記移動局の境界検出手段は、前記基地局から受信された周波数方向のパイロットシンボル系列間における相互相関をとると共に、相互相関値を前記パイロットシンボル系列の受信電力で正規化した値を使用して無線フレーム境界を検出することを特徴とする請求項 1 ～ 7 の何れか一項に記載の移動通信システム。

【請求項 9】 前記境界検出手段は、FFT 処理により分離されたパイロットシンボル系列と、当該パイロットシンボル系列を基準として 1 シンボル周期分遅延された位相差のスクランブル符号が掛けられたパイロットシンボル系列との相互相関をとることにより、無線フレーム境界を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の移動通信システム。

【請求項 10】 前記境界検出手段は、FFT 処理により

分離されたパイロットシンボル系列と、当該パイロットシンボル系列を基準として所定のシンボル周期分遅延された複数の位相差のスクランブル符号が掛けられたパイロットシンボル系列との相互相関をとることにより、無線フレーム境界を検出し、

前記制御情報伝送手段は、前記複数の位相差に対応するスクランブル符号グループを伝送することを特徴とする請求項 3 に記載の移動通信システム。

【請求項 11】 基地局と移動局とを備え、前記基地局が、下り方向のチャンネルに複数のキャリアを用いて、前記移動局に既知であるパイロットシンボル系列を前記移動局に送信すると共に、周波数方向に同一のスクランブル符号をシンボル周期毎に前記チャンネルに掛けて前記移動局と通信を行う移動通信システムにおけるチャンネル同期確立方法であって、前記移動局が、前記基地局から受信された周波数方向のパイロットシンボル系列間において、前記スクランブル符号の位相差を考慮した相互相関をとることにより無線フレーム境界を検出する境界検出工程を含むことを特徴とするチャンネル同期確立方法。

【請求項 12】 前記基地局が、1つの無線フレーム内に複数のパイロットシンボル系列を送信すると共に、当該複数のパイロットシンボル系列に掛けられる複数のスクランブル符号の位相差を使用して、前記移動局に制御情報を伝送する制御情報伝送工程を更に含むことを特徴とする請求項 11 に記載のチャンネル同期確立方法。

【請求項 13】 前記制御情報は、前記基地局が使用するスクランブル符号グループであることを特徴とする請求項 12 に記載のチャンネル同期確立方法。

【請求項 14】 前記位相差は、周波数間隔に換算されたときに、コヒーレント帯域幅の範囲内にある値であることを特徴とする請求項 11 ～ 13 の何れか一項に記載のチャンネル同期確立方法。

【請求項 15】 前記制御情報伝送工程では、複数の種類のパイロットシンボル系列を使用して制御情報を伝送することを特徴とする請求項 12 又は 13 に記載のチャンネル同期確立方法。

【請求項 16】 前記パイロットシンボル系列は、擬似ランダム系列であることを特徴とする請求項 15 に記載のチャンネル同期確立方法。

【請求項 17】 前記制御情報は、前記基地局が使用するスクランブル符号グループであることを特徴とする請求項 15 又は 16 に記載のチャンネル同期確立方法。

【請求項 18】 前記境界検出工程では、前記移動局が、前記基地局から受信された周波数方向のパイロットシンボル系列間における相互相関をとると共に、相互相関値を前記パイロットシンボル系列の受信電力で正規化した値を使用して無線フレーム境界を検出することを特徴とする請求項 11 ～ 17 の何れか一項に記載のチャンネル同期確立方法。

【請求項 19】前記境界検出工程では、前記移動局は、FFT 処理により分離されたパイロットシンボル系列と、当該パイロットシンボル系列を基準として 1 シンボル周期分遅延された位相差のスクランブル符号が掛けられたパイロットシンボル系列との相互相関をとることにより、無線フレーム境界を検出することを特徴とする請求項 11 に記載のチャンネル同期確立方法。

【請求項 20】前記境界検出工程では、前記移動局は、FFT 処理により分離されたパイロットシンボル系列と、当該パイロットシンボル系列を基準として所定のシンボル周期分遅延された複数の位相差のスクランブル符号が掛けられたパイロットシンボル系列との相互相関をとることにより無線フレーム境界を検出し、前記制御情報伝送工程では、前記基地局は、前記複数の位相差に対応するスクランブル符号グループを送信することを特徴とする請求項 13 に記載のチャンネル同期確立方法。

【請求項 21】基地局から移動局に向かう下り方向のチャンネルに複数のキャリアを用いて、前記移動局に既知であるパイロットシンボル系列を前記基地局から受信すると共に、周波数方向に同一のスクランブル符号がシンボル周期毎に掛けられたチャンネルを使用して前記基地局と通信を行う移動局であって、前記基地局から受信された周波数方向のパイロットシンボル系列間において、前記スクランブル符号の位相差を考慮した相互相関をとることにより無線フレーム境界を検出する境界検出手段を備えることを特徴とする移動局。

【請求項 22】前記境界検出手段は、前記基地局から受信された周波数方向のパイロットシンボル系列間における相互相関をとると共に、相互相関値を前記パイロットシンボル系列の受信電力で正規化した値を使用して無線フレーム境界を検出することを特徴とする請求項 21 に記載の移動局。

【請求項 23】前記境界検出手段は、FFT 処理により分離されたパイロットシンボル系列と、当該パイロットシンボル系列を基準として 1 シンボル周期分遅延された位相差のスクランブル符号が掛けられたパイロットシンボル系列との相互相関をとることにより、無線フレーム境界を検出することを特徴とする請求項 21 に記載の移動局。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、移動通信システム、チャンネル同期確立方法、及び移動局に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、無線通信用の周波数帯域の利用効率を向上するために、W-CDMA (Wideband-Code Division Multiple Access) 方式などの符号分割方式を利用した移動通信システムが実用化されている。このよ

うな移動通信システムでは、複数のセルで同一の周波数帯域が使用されるので、周波数帯域を参照して、移動局が位置するセルを識別するのは困難である。このため、セルを識別するために、セル毎に異なるスクランブル符号 (拡散符号) を下り方向のチャンネル (以下、「下りチャンネル」と記す。) に掛けることが一般的に行われる。

【0003】このような移動通信システムにおいて、移動局が所望の基地局と通信を行うためには、以下に説明するセルサーチの動作が必要になる。すなわち、まず移動局は、通信を行う基地局の下りチャンネルの無線フレーム境界 (以下、単に「フレーム境界」と記す。) を検出する。続いて移動局は、当該基地局で使用されているスクランブル符号を検出する。

【0004】一方、下りチャンネルで複数のキャリアを用いる代表的な多重方式の一つである直交周波数符号分割多重 (OFCDM: Orthogonal Frequency and Code Division Multiplex) 方式では、セルサーチの高速化を図るために、セルサーチは三段階の処理に分けて行われる。三段階の処理とは、シンボル境界検出、フレーム境界検出、及びスクランブル符号検出である。また、第二段階のフレーム境界検出処理では、スクランブル符号をいくつかのグループ (以下、「スクランブル符号グループ」と記す。) に分け、スクランブル符号グループの検出を同時に行う。これにより、第三段階で候補となるスクランブル符号の数が削減され、第三段階 (スクランブル符号の検出処理) の高速化を図ることができる。

【0005】ここで、図 6 は、OFCDM 方式を適用した従来のフレーム構成を示す図である。図 6 に示すように、従来の OFCDM におけるセルサーチでは、第二段階でスクランブル符号グループの検出をフレーム境界検出と同時に行うために、以下に説明する処理を行っていた。すなわち、フレーム境界を検出するために、下りチャンネルにスクランブル符号を掛けずに、移動局に既知である特別なシンボル系列で送信される SCH (Synchronization Channel) 101, 102, 103 を付加的に送信し、移動局側で受信信号と既知の SCH シンボル系列との間の相互相関をとっていた。また、フレーム境界の検出と同時にスクランブル符号グループを検出するために、SCH シンボル系列を複数用意し、それぞれの SCH シンボル系列にスクランブル符号グループを対応させていた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来技術では、以下に示すような問題点があった。すなわち、移動通信システムでは、下りチャンネルに割り当て可能な送信電力には制限があり、この送信電力の範囲内で制御チャンネル (CCH; Control Channel) と通信チャンネル (TCH; Traffic Channel) を送信する。このため、CCH に割り当てられる送信電力が小さい程、TCH に割り当てられる送信電力を大きくとることができ、

システムに収容できる移動局数、すなわち通信容量が増える。

【0007】ところが、従来のFCDMにおけるセルサーチでは、上述したようにSCHを付加的に送信していたので、SCHの送信電力分だけ通信容量が小さくなる。更に、SCHがTCHに与える干渉により、TCHの品質が劣化する。これらの難点を回避するために、SCHの送信電力を小さくすることも考えられるが、第二段階におけるフレーム境界及びスクランブル符号グループの検出確率が低くなる。その結果、セルサーチの精度が低くなる。

【0008】そこで、上記問題点を鑑みて、本発明の課題は、セルサーチを高精度に行いつつ、SCHの送信に起因する、通信容量の減少及びTCHに与える干渉を低減した移動通信システム、チャンネル同期確立方法、及び移動局を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明に係る移動通信システムは、基地局と移動局とを備え、前記基地局が、下り方向のチャンネルに複数のキャリアを用いて、前記移動局に既知であるパイロットシンボル系列を前記移動局に送信すると共に、周波数方向に同一のスクランブル符号をシンボル周期毎に前記チャンネルに掛けて前記移動局と通信を行う移動通信システムであって、前記移動局は、前記基地局から受信された周波数方向のパイロットシンボル系列間において、前記スクランブル符号の位相差を考慮した相互相関をとることにより無線フレーム境界を検出する境界検出手段を備えることを特徴としている。

【0010】本発明に係るチャンネル同期確立方法は、基地局と移動局とを備え、前記基地局が、下り方向のチャンネルに複数のキャリアを用いて、前記移動局に既知であるパイロットシンボル系列を前記移動局に送信すると共に、周波数方向に同一のスクランブル符号をシンボル周期毎に前記チャンネルに掛けて前記移動局と通信を行う移動通信システムにおけるチャンネル同期確立方法であって、前記移動局が、前記基地局から受信された周波数方向のパイロットシンボル系列間において、前記スクランブル符号の位相差を考慮した相互相関をとることにより無線フレーム境界を検出する境界検出工程を含むことを特徴としている。

【0011】本発明に係る移動局は、基地局から移動局に向かう下り方向のチャンネルに複数のキャリアを用いて、前記移動局に既知であるパイロットシンボル系列を前記基地局から受信すると共に、周波数方向に同一のスクランブル符号がシンボル周期毎に掛けられたチャンネルを使用して前記基地局と通信を行う移動局であって、前記基地局から受信された周波数方向のパイロットシンボル系列間において、前記スクランブル符号の位相差を考慮した相互相関をとることにより無線フレーム境界を検

出する境界検出手段を備えることを特徴としている。

【0012】これらの発明によれば、移動局は、基地局から受信された周波数方向のパイロットシンボル系列(PLCHのシンボル系列)間においてスクランブル符号の位相差を考慮した相互相関をとることにより無線フレーム境界を検出する。これにより、従来はセルサーチに不可欠であったSCHを使用しなくても、TCHと時分割多重されるPLCHからフレーム境界の検出が可能となる。したがって、SCHに使用されていた基地局の送信電力をPLCHやTCHに配分できる。

【0013】特にPLCHには、TCHを受信する際にチャンネル推定を始めとして多様な用途があるので、一般的にSCHと比較して大きな送信電力を必要とする。このようなPLCHに対して、従来よりも大きな送信電力を充てられるので、フレーム境界及びスクランブル符号グループの検出確率を向上できる。その結果、セルサーチを高精度に行いつつ、SCHの送信に起因する、通信容量の減少及びTCHに与える干渉を低減した移動通信システム、移動局及びチャンネル同期確立方法を提供できる。

【0014】好ましくは、本発明に係る移動通信システムは、前記基地局が、1つの無線フレーム内に複数のパイロットシンボル系列を送信すると共に、当該複数のパイロットシンボル系列に掛けられる複数のスクランブル符号の位相差を使用して、前記移動局に制御情報を伝送する制御情報伝送手段を備える。

【0015】好ましくは、本発明に係るチャンネル同期確立方法によれば、前記基地局が、1つの無線フレーム内に複数のパイロットシンボル系列を送信すると共に、当該複数のパイロットシンボル系列に掛けられる複数のスクランブル符号の位相差を使用して、前記移動局に制御情報を伝送する制御情報伝送工程を更に含む。

【0016】すなわち、送信側である基地局と受信側である移動局とで、複数のスクランブル符号の位相差(位相差系列を含む)が一致していないと、パイロットシンボル系列のタイミングでシンボル間の相関ピークが観測されない。反対に、送信側と受信側とで位相差が一致したときにのみ相関ピークが観測されるので、位相差を使って基地局から移動局へ制御情報を伝送することが可能となる。

【0017】より好ましくは、本発明に係る移動通信システムによれば、前記制御情報は、前記基地局が使用するスクランブル符号グループである。また、より好ましくは、本発明に係るチャンネル同期確立方法によれば、前記制御情報は、前記基地局が使用するスクランブル符号グループである。

【0018】すなわち、位相差を使って基地局から移動局へ制御情報を伝送する際に、位相差を複数用意し、これら複数の位相差にスクランブル符号グループを対応させる。そして、基地局で使用されているスクランブル符

号グループに対応する位相差を用いて移動局で相関検出を行い、シンボル間における相関ピークが最大となる位相差を選択する。このように、フレーム境界と同時にスクランブル符号グループを検出することにより、検出対象となるスクランブル符号の候補をセルサーチの第二段階で絞り込むことができる。その結果、第三段階におけるスクランブル符号の検出の高速化及び高精度化を図ることができる。

【0019】本発明に係る移動通信システムによれば、前記位相差は、周波数間隔に換算されたときに、コヒーレント帯域幅の範囲内にある値である。また、本発明に係るチャンネル同期確立方法によれば、前記位相差は、周波数間隔に換算されたときに、コヒーレント帯域幅の範囲内にある値である。

【0020】これらの発明によれば、複数のパイロットシンボル系列に掛けられる複数のスクランブル符号の位相差は、周波数間隔に換算されたときに、コヒーレント帯域幅の範囲内にある値である。これにより、位相差と同数のキャリアの範囲内で伝搬路の変動が十分に小さくなる。したがって、相関検出特性の劣化を未然に防止できる。

【0021】本発明に係る移動通信システムによれば、前記制御情報伝送手段は、複数の種類のパイロットシンボル系列を使用して制御情報を伝送する。本発明に係るチャンネル同期確立方法によれば、前記制御情報伝送工程では、複数の種類のパイロットシンボル系列を使用して制御情報を伝送する。

【0022】すなわち、信号の送信側である基地局と受信側である移動局とで、パイロットシンボル系列の種類が一致していないと、パイロットシンボル系列のタイミングでシンボル間の相関ピークが観測されない。反対に、送信側と受信側とでパイロットシンボル系列の種類が一致したときにのみ相関ピークが観測されるので、パイロットシンボル系列の種類を使って基地局から移動局へ制御情報を伝送することが可能となる。

【0023】本発明に係る移動通信システムによれば、前記パイロットシンボル系列は、擬似ランダム系列である。本発明に係るチャンネル同期確立方法によれば、前記パイロットシンボル系列は、擬似ランダム系列である。

【0024】すなわち、複数の種類のパイロットシンボル系列を使用して制御情報を伝送する際に、異なるパイロットシンボル系列間における相互相関値が大きいと、情報を誤って受信する確率が上がってしまう。これらの発明によれば、相互相関値が小さい系列である擬似ランダム系列をパイロットシンボル系列として用いることで、情報の誤受信を減らすことができる。

【0025】本発明に係る移動通信システムによれば、前記制御情報は、前記基地局が使用するスクランブル符号グループである。本発明に係るチャンネル同期確立方法によれば、前記制御情報は、前記基地局が使用するスク

ランブル符号グループである。

【0026】すなわち、パイロットシンボル系列を使って基地局から移動局へ制御情報を伝送する際に、複数種類のパイロットシンボル系列を用意し、これら複数種類のパイロットシンボル系列にスクランブル符号グループを対応させる。そして、基地局で使用されているスクランブル符号グループに対応するパイロットシンボル系列を用いて移動局で相関検出を行い、シンボル間における相関ピークが最大となるパイロットシンボル系列を選択する。このように、フレーム境界と同時にスクランブル符号グループを検出することにより、検出対象となるスクランブル符号の候補をセルサーチの第二段階で絞り込むことができる。その結果、第三段階におけるスクランブル符号の検出の高速化及び高精度化を図ることができる。

【0027】好ましくは、本発明に係る移動通信システムによれば、前記移動局の境界検出手段は、前記基地局から受信された周波数方向のパイロットシンボル系列間における相互相関をとると共に、相互相関値を前記パイロットシンボル系列の受信電力で正規化した値を使用して無線フレーム境界を検出する。

【0028】好ましくは、本発明に係るチャンネル同期確立方法によれば、前記境界検出工程では、前記移動局が、前記基地局から受信された周波数方向のパイロットシンボル系列間における相互相関をとると共に、相互相関値を前記パイロットシンボル系列の受信電力で正規化した値を使用して無線フレーム境界を検出する。

【0029】好ましくは、本発明に係る移動局によれば、前記境界検出手段は、前記基地局から受信された周波数方向のパイロットシンボル系列間における相互相関をとると共に、相互相関値を前記パイロットシンボル系列の受信電力で正規化した値を使用して無線フレーム境界を検出する。

【0030】これらの発明によれば、各時刻における相互相関値を直接使用せずに、パイロットシンボル系列の受信電力で正規化した相互相関値を用いてピーク検出を行うことで、誤差の少ないより高精度な相関検出が可能となる。

【0031】より好ましくは、本発明に係る移動通信システムによれば、前記境界検出手段は、FFT処理により分離されたパイロットシンボル系列と、当該パイロットシンボル系列を基準として1シンボル周期分遅延された位相差のスクランブル符号が掛けられたパイロットシンボル系列との相互相関をとることにより、無線フレーム境界を検出する。

【0032】より好ましくは、本発明に係るチャンネル同期確立方法によれば、前記境界検出工程では、前記移動局は、FFT処理により分離されたパイロットシンボル系列と、当該パイロットシンボル系列を基準として1シンボル周期分遅延された位相差のスクランブル符号が掛

けられたパイロットシンボル系列との相互相関をとることにより、無線フレーム境界を検出する。

【0033】より好ましくは、本発明に係る移動局によれば、前記境界検出手段は、FFT処理により分離されたパイロットシンボル系列と、当該パイロットシンボル系列を基準として1シンボル周期分遅延された位相差のスクランブル符号が掛けられたパイロットシンボル系列との相互相関をとることにより、無線フレーム境界を検出する。

【0034】これらの発明によれば、1フレーム内に1シンボルのパイロットシンボル系列が時間分割多重されているフレームはもとより、先頭と末尾に2シンボルのパイロットシンボル系列が時間分割多重されているフレームに関しても、高精度なフレーム境界の検出が可能となる。

【0035】更に、本発明に係る移動通信システムによれば、前記境界検出手段は、FFT処理により分離されたパイロットシンボル系列と、当該パイロットシンボル系列を基準として所定のシンボル周期分遅延された複数の位相差のスクランブル符号が掛けられたパイロットシンボル系列との相互相関をとることにより無線フレーム境界を検出し、前記制御情報伝送手段は、前記複数の位相差に対応する、前記スクランブル符号グループを伝送する。

【0036】更に、本発明に係るチャネル同期確立方法によれば、前記境界検出工程では、前記移動局は、FFT処理により分離されたパイロットシンボル系列と、当該パイロットシンボル系列を基準として所定のシンボル周期分遅延された複数の位相差のスクランブル符号が掛けられたパイロットシンボル系列との相互相関をとることにより無線フレーム境界を検出し、前記制御情報伝送工程では、前記基地局は、前記複数の位相差に対応する、前記スクランブル符号グループを伝送する。

【0037】すなわち、位相差を使って基地局から移動局へ制御情報を伝送する際に、位相差を複数用意し、これら複数の位相差にスクランブル符号グループを対応させる。そして、基地局で使用されているスクランブル符号グループに対応する位相差を用いて移動局で相関検出を行い、シンボル間における相関ピークが最大となる位相差を選択する。このように、フレーム境界と同時にスクランブル符号グループを検出することにより、検出対象となるスクランブル符号の候補をセルサーチの第二段階で絞り込むことができる。その結果、第三段階におけるスクランブル符号の検出の高速化及び高精度化を図ることができる。

【0038】

【発明の実施の形態】（第1の実施形態）以下、添付図面を参照して、本発明に係る移動通信システムの第1の実施形態について説明する。図1は、本実施の形態における移動通信システムの機能的構成を示すブロック図で

ある。図1に示すように、移動通信システム1は、移動局10と基地局30とを少なくとも備えて構成される。移動通信システム1は、移動局10と基地局30との間で、複数のキャリア（搬送波）を用いる周波数符号分割多重方式の代表例であるOFCDM (Orthogonal Frequency and Code Division Multiplex) 方式を使用して信号の送受信を行う。

【0039】移動局10は、セルサーチの第二段階において、フレーム境界の検出処理を実行するために、以下に示す構成を有する。すなわち、移動局10は、シンボル境界検出器11と、S/P変換器12と、FFT (Fast Fourier Transform) 処理器13と、フレーム遅延器14と、位相差検出器15と、相関器16と、ピーク検出器17とを備える。

【0040】シンボル境界検出器11は、基地局30から送信された受信信号40aのシンボル境界を検出する。S/P変換器12は、シンボル境界検出器11によりシンボル境界が検出された受信信号40aをシリアル信号からパラレル信号に変換する。FFT処理器13は、S/P変換器12によりパラレル信号に変換された受信信号40aを取得し、受信信号40aを構成する各フレームをシンボル系列に分離する。

【0041】フレーム遅延器14は、FFT処理器13によりシンボル系列に分離されたフレームを基準として1フレーム分遅延させた周波数方向のシンボル系列を、後述する位相差検出器15に出力する。位相差検出器15は、FFT処理器13によりシンボル系列に分離されたフレームと、フレーム遅延器14により1フレーム分遅延されたフレームとの間におけるスクランブル符号の位相差を検出する。

【0042】相関器16は、上記分離されたフレームと上記1フレーム分遅延されたフレームとの間において、位相差検出器15により検出された位相差を考慮した相互相関値を算出する。ピーク検出器17（境界検出手段に対応）は、相関器16により算出された相互相関値を参照して、その最大値（相関ピーク）が観測されたタイミングにおけるパイロットシンボル系列から、受信信号40aのフレーム境界を検出する。

【0043】図2は、OFCDM方式を使用して送受信される受信信号40aのフレーム構成を示す図である。図2において、t軸方向には時間が規定され、f軸方向には周波数が規定され、p軸方向には送信電力が規定されている。図2に示すように、受信信号40aは、時間分割多重されたTCH (Traffic Channel) とPLCH (Pilot Channel) とから構成される。また、従来技術で説明したフレーム構成とは異なり、受信信号40aはSCH (Synchronization Channel) を構成要素としない。

【0044】以下、図3を参照して、移動局10が受信信号40aのフレーム境界を検出する過程について説明

する。図3は、図2に示した構成を有するフレームに掛けられるスクランブル符号の位相状態と、パイロットシンボル系列間における相互相関値の出力例とを示す図である。

【0045】図3に示すように、1フレームは、単位当たりN個のシンボルを有するM個のキャリアから構成されている。すなわち、1フレームはN×Mシンボルから構成される。本実施の形態では、フレームの先頭（例えばt(i-N+1)）に各キャリア毎に1シンボルのPLCHが配置される。各周波数方向のシンボル系列には、シン

$$r_{ij} = f_{ij} s_{ij} c_j$$

【0048】ここで、 $s_{ij}$ は時刻i、第jキャリアにおける周波数方向の送信シンボルであり、 $f_{ij}$ は時刻i、第jキャリアにおける伝搬路ベクトルである。なお、背景雑音成分は無視するものとする。

【0049】移動局10は、セルサーチの第一段階において、ガードインターバルなどを利用してシンボル境界を検出した後、各時刻iにおける受信シンボル系列 $[r_{ij}] = [r_{i0}, r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{i(M-1)}]$ と、当該受信シン

$$\begin{aligned} y_i &= \sum_{j=0}^{M-1} r_{ij} r_{(i-N)j}^* \\ &= \sum_{j=0}^{M-1} f_{ij} f_{(i-N)j}^* s_{ij} s_{(i-N)j}^* c_j c_j^* \end{aligned}$$

【0051】ここで、1フレーム時間（Nシンボル周期）に対して伝搬路の時間的な変動が十分に遅い場合には、 $f_{ij} f_{(i-N)j}^* = |f_{ij}|^2$ である。また、 $c_j c_j^* = 1$ であることから、式(2)は、以下に示す式(3)

$$y_i = \sum_{j=0}^{M-1} |f_{ij}|^2 s_{ij} s_{(i-N)j}^*$$

【0053】TCHによって送信される信号は情報変調を受けており、かつ、複数のチャネルが多重されているので、時刻iにおける送信シンボル系列 $\{s_{ij}\} = \{s_{i0}, s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{i(M-1)}\}$ と、当該送信シンボル系列を有するフレームの、1フレーム前の送信シンボル系列 $\{s_{(i-N)j}\} = \{s_{(i-N)0}, s_{(i-N)1}, s_{(i-N)2}, \dots, s_{(i-N)(M-1)}\}$ とは無相関となり、 $y_i$ は十分に小さな値となる。これに対して、PLCHは各フレームとも同一のシンボル系列が送信されるので $s_{ij} s_{(i-N)j}^* = 1$ である。したがって、

【数4】

$$y_i = \sum_{j=0}^{M-1} |f_{ij}|^2$$

となる。すなわち、PLCHのタイミング（図3に示すt(i-N+1)）で $y_i$ の実数部が最大値（相関ピーク）をとるので、 $y_i$ の実数部が最大となる時刻iを求めること

ボル系列と同一の周波数方向のスクランブル符号系列 $[c] = [c_0, c_1, c_2, \dots, c_{(M-1)}]$ が掛けられる。なお、本実施の形態では、スクランブル符号の位相は、各シンボル系列の周期毎に同一であるものとする。

【0046】このとき、時刻i、第jキャリアにおける周波数方向の受信シンボル $r_{ij}$ は以下に示す数式(1)で表される。

【0047】

【数1】

$$\dots (1)$$

ボル系列を有するフレームの、1フレーム前の受信シンボル系列 $\{r_{(i-N)j}\} = \{r_{(i-N)0}, r_{(i-N)1}, r_{(i-N)2}, \dots, r_{(i-N)(M-1)}\}$ との間の相互相関をとる。時刻iにおける相互相関値 $y_i$ は、以下に示す式(2)のよう

【0050】

【数2】 $\dots (2)$

のように表される。

【0052】

【数3】 $\dots (3)$

$$\dots (3)$$

でフレーム境界の検出が可能となる。

【0054】以上説明したように、第1の実施形態における移動通信システム1によれば、移動局10は、基地局30から受信された周波数方向のパイロットシンボル系列（PLCHのシンボル系列）間において、周波数方向に同一のスクランブル符号の位相差を考慮した相互相関をとることにより無線フレーム境界を検出する。これにより、従来はセルサーチに不可欠であったSCHを使用しなくても、TCHと時分割多重されるPLCHからフレーム境界の検出が可能となる。したがって、SCHに使用されていた基地局の送信電力をPLCHやTCHに配分できる。

【0055】特にPLCHは、TCHを受信する際にチャネル推定を始めとして多様な用途があるので、一般的にSCHと比較して大きな送信電力を必要とする。このようなPLCHに対して、従来よりも大きな送信電力を充てられるので、フレーム境界の検出確率及びスクラン

ブル符号グループの検出確率を向上できる。その結果、セルサーチを高精度に行いつつ、SCHの送信に起因する、通信容量の減少及びTCHに与える干渉を低減した移動通信システム、チャネル同期確立方法、及び移動局を提供できる。

【0056】（第2の実施形態）以下、第1の実施形態の変形態様である第2の実施形態における移動通信システムについて説明する。図4は、本実施の形態における移動通信システムの機能的構成を示すブロック図である。図4に示すように、移動通信システム2は、移動局20と基地局30とを少なくとも備えて構成される。移動通信システム2は、移動局20と基地局30との間でOFCDM方式を使用して信号の送受信を行う。移動通信システム2は、PLCHがフレームの先頭と末尾に1シンボルずつ、すなわち合計2シンボルが時間分割多重されている場合を想定している点において、第1の実施形態における移動通信システム1と相違する。

【0057】移動局20は、セルサーチの第二段階において、フレーム境界の検出処理を実行するために、以下に示す構成を有する。図4に示すように、移動局20は、シンボル境界検出器21と、S/P変換器22と、FFT処理器23と、パイロットシンボル系列乗算器28と、フレーム遅延器24と、位相差検出器25と、相関器26と、ピーク検出器27とを備える。

【0058】シンボル境界検出器21は、基地局30から送信された受信信号40bのシンボル境界を検出する。S/P変換器22は、シンボル境界検出器21によりシンボル境界が検出された受信信号40bをシリアル信号からパラレル信号に変換する。FFT処理器23は、S/P変換器22によりパラレル信号に変換された受信信号40bを取得し、受信信号40bを構成するフレームをシンボル系列に分離する。パイロットシンボル系列乗算器28は、FFT処理器23により分離されたシンボル系列に、当該パイロットシンボル系列の複素共役を乗積して、受信シンボル系列をフレーム遅延器24と相関器26とに出力する。

【0059】フレーム遅延器24は、パイロットシンボル系列乗算器28により出力された受信シンボル系列から1シンボル周期分遅延させた受信シンボル系列を、後述する位相差検出器25に出力する。位相差検出器25は、パイロットシンボル系列乗算器28により出力された受信シンボル系列と、フレーム遅延器24により1シ

$$r'_{ij} = \int s_{ij} c'_{(j-iL)}$$

【0066】移動局30は、セルサーチの第一段階において、ガードインターバルなどを利用してシンボル境界を検出した後、まず各時刻*i*の受信シンボル系列に、パイロットシンボル系列の複素共役  $\{p'\} = \{p'_0, p'_1, p'_2, \dots, p'_{(N-1)}\}$  を掛ける。この結果を

ンボル周期分遅延された受信シンボル系列との間におけるスクランブル符号の位相差を検出する。

【0060】相関器26は、上記出力された受信シンボル系列と、上記1シンボル周期分遅延された受信シンボル系列との間において、位相差検出器25により検出された位相差を考慮した相互相関値を算出する。ピーク検出器27（境界検出手段に対応）は、相関器26により算出された相互相関値を参照して、その最大値（相関ピーク）が観測されたタイミングにおけるパイロットシンボル系列から、受信信号40bのフレーム境界を検出する。

【0061】また、基地局30は、制御情報伝送部31を備える。制御情報伝送部31（制御情報伝送手段に対応）は、受信信号40bを移動局20に送信する。詳細には、制御情報伝送部31は、受信信号40bを使用して、1フレーム内に複数のパイロットシンボル系列を送信すると共に、当該複数のパイロットシンボル系列に掛けられる複数のスクランブル符号の位相差を使用して移動局20に制御情報を伝送する。

【0062】次に、図5を参照して、移動局20が受信信号40bのフレーム境界を検出する過程について説明する。図5は、フレームに掛けられるスクランブル符号の位相状態と、パイロットシンボル系列間における相互相関値の出力例とを示す図である。

【0063】図5に示すように、1フレームは、単位当たり*N*個のシンボルを有する*M*個のキャリアから構成されている。すなわち、1フレームは*N*×*M*シンボルから構成される。本実施の形態では、フレームの先頭（例えば*t*（*i*-*N*+1））とフレームの末尾（例えば*t*（*i*-1））とに各キャリア毎に1シンボルのPLCHが配置される。各周波数方向のシンボル系列には、シンボル系列と同一の周波数方向のスクランブル符号  $\{c'\}$ （ $c'_{i+kM} = c_i$ （ $k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$ ））が、シンボル周期毎に位相を変えて掛けられる。本実施の形態では、説明の便宜上、各シンボル系列間ともスクランブル符号系列の位相差は*L*シンボルであるものとする。

【0064】このとき、時刻*i*、第*j*キャリアにおける受信シンボル  $r'_{ij}$  は、以下に示す式（4）のように表される。

【0065】

【数5】  $\dots$ （4）

$\dots$ （4）

$\{x_{ij}\} = \{x_{i0}, x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{i(N-1)}\}$  とすると、 $x_{ij}$  は、以下に示す式（5）のように表される。

【0067】

【数6】  $\dots$ （5）

$$\begin{aligned}
 x_{ij} &= r_{ij} p_j^* \\
 &= f_{ij} s_{ij} c'_{(j-L)} p_j^*
 \end{aligned}
 \quad \dots (5)$$

【0068】次に、各シンボル系列  $\{x_{ij}\}$  と、1シンボル周期前のシンボル系列  $\{x_{(i-1),j}\}$  をLシンボルシフトさせたものとの間の相互相関をとる。このときの相互相関値  $y'_i$  は、以下に示す式(6)のように表され

$$\begin{aligned}
 y'_i &= \sum_{j=0}^{M-1} x_{ij} x_{(i-1),j}^* \\
 &= \sum_{j=0}^{M-1} f_{ij} f_{(i-1),j}^* s_{ij} s_{(i-1),j}^* c'_{(j-L)} c'^*_{(j-L)} p_j^* p_{(j-L)}
 \end{aligned}
 \quad \dots (6)$$

【0070】ここで、1シンボル周期に対して伝搬路の時間的な変動が十分に遅く、かつLキャリア間で伝搬路の変動が十分に小さい場合には、 $f_{ij} f'_{(i-1),j} = |f_{ij}|^2$  である。また、 $c'_{ij} c'^*_{ij} = 1$  であることから、

$$y'_i = \sum_{j=0}^{M-1} |f_{ij}|^2 s_{ij} s_{(i-1),j}^* p_j^* p_{(j-L)}
 \quad \dots (7)$$

【0072】TCHによって送信される信号は、情報変調を受けており、かつ複数のチャネルが多重されているので、 $\{s_i\}$  と  $\{p\}$  とは無相関となり、 $y'_i$  は小さな値(0に近い値)となる。これに対して、PLCHでは各シンボル周期とも同一の系列を送信すれば、 $s_{ij} p'_j = 1$  である。したがって、

【数9】

$$y'_i = \sum_{j=0}^{M-1} |f_{ij}|^2$$

となる。すなわち、PLCHのタイミング(図5に示す  $t(i-N+1)$ 、 $t(i-1)$ )で  $y'_i$  の実数部が最大相関ピーク値をとるので、 $y'_i$  の実数部が最大となる時刻  $i$  を求めることでフレーム境界の検出が可能である。

【0073】位相差Lについては、上述した通り、Lキャリアの範囲で伝搬路の変動が十分に小さいことが前提である。なぜなら、伝搬路の変動を大きくすると相関検出特性が劣化してしまうからである。これを回避するためには、位相差Lを周波数間隔に換算したときに、コヒーレント帯域幅(伝搬路の遅延スプレッドを  $\sigma$  [s]とした時の  $1/\sigma$  [Hz])よりも小さい範囲で位相差Lを設定すればよい。

【0074】また、式(7)を参照すると、送信側である基地局30と受信側である移動局20とで位相差L(位相差系列を含む)が一致していないと、PLCHのタイミングで相関ピークが観測されない。反対に、送信側と受信側とで位相差Lが一致したときにのみ相関ピークが観測されるので、位相差Lを使って基地局30から移動局20へ制御情報を伝送することが可能である。

る。

【0069】

【数7】... (6)

ら、式(6)は、以下に示す式(7)のように表される。

【0071】

【数8】... (7)

【0075】例えば、位相差を使って基地局30から移動局20へ制御情報を伝送する際に、位相差を複数用意し、それぞれの位相差にスクランブル符号グループを対応させる。そして、基地局30で使用されているスクランブル符号グループに対応する位相差を用いて移動局20で相関検出を行い、相関ピークが最大となる位相差Lを選択する。この様にして、フレーム境界と同時にスクランブル符号グループを検出する。これにより、検出対象となるスクランブル符号の候補をセルサーチの第二段階で絞り込むことができる。その結果、第三段階におけるスクランブル符号の検出を高速かつ高精度に行うことができる。

【0076】更に、PLCHをTCHと符号分割多重する場合のように、PLCHが1フレーム内に3シンボル周期以上に渡って存在する場合には、PLCH間におけるスクランブル符号の位相差を系列として与えることができる。このような場合には、位相差系列に制御情報を乗せることができるので、伝送できる情報量を増やすことができる。

【0077】式(7)から明らかであるように、送信側である基地局30と受信側である移動局20とで、パイロットシンボル系列  $\{p\}$  の種類が一致していないと、PLCHのタイミングで相関ピークが観測されない。したがって、パイロットシンボル系列の種類を複数通り用意すれば、それらを使って、基地局30で使われているスクランブル符号グループなどの制御情報を、基地局30から移動局20へ伝送することが可能となる。このとき、異なるパイロットシンボル系列間における相互相関値が大きいと、情報を誤って受信する確率が上がってし

まう。このため、パイロットシンボル系列としてはできるだけ相互相関値が小さい系列、例えば擬似ランダム系列を用いるのが好適である。

【0078】また、フレーム境界以外のタイミングで得られる相互相関値は、受信シンボル系列の電力に依存し、受信シンボル系列の電力が大きい程相互相関値も大きくなる。このため、図2に示したフレーム構成の場合に、PLCHと比較してTCHの電力が大きい場合には、フレーム境界以外のタイミングでも比較的大きな相互相関値が算出されることになり、相関ピークを正しく検出できる確率が低くなってしまう。そこで、移動局20は、各時刻における相互相関値を直接使用せずに、相互相関値を受信シンボル系列の受信電力で正規化した値を用いてピーク検出を行う。これにより、誤差の少ないより高精度な相関検出が可能となる。

【0079】

【発明の効果】これらの発明によれば、移動局は、基地局から受信された周波数方向のパイロットシンボル系列間において相互相関をとることにより無線フレーム境界を検出する。これにより、従来はセルサーチに不可欠であったSCHを使用しなくても、TCHと時間分割多重されるPLCHからフレーム境界の検出が可能となる。したがって、SCHに使用されていた基地局の送信電力をPLCHやTCHに配分できる。

【0080】特にPLCHは、TCHを受信する際にチャネル推定を始めとして多様な用途があるので、一般的にSCHと比較して大きな送信電力を必要とする。このようなPLCHに対して、従来よりも大きな送信電力を充てられるので、フレーム境界及びスクランブル符号グ

ループの検出確率を向上できる。その結果、セルサーチを高精度に行いつつ、SCHの送信に起因する、通信容量の減少及びTCHに与える干渉を低減した移动通信システム、チャネル同期確立方法、及び移動局を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態における移动通信システムの機能的構成を示すブロック図である。

【図2】本発明において、OFCDM方式を使用して送受信される受信信号のフレーム構成を示す図である。

【図3】第1の実施形態において、フレームに掛けられるスクランブル符号の位相状態と、パイロットシンボル系列間における相互相関値の出力例とを示す図である。

【図4】第2の実施形態における移动通信システムの機能的構成を示すブロック図である。

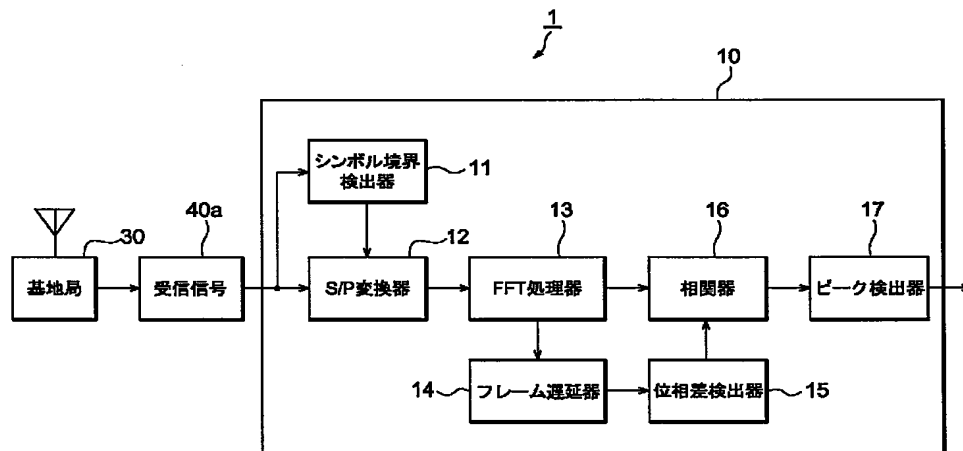
【図5】第2の実施形態において、フレームに掛けられるスクランブル符号の位相状態と、パイロットシンボル系列間における相互相関値の出力例とを示す図である。

【図6】従来技術において、OFCDM方式を使用して送受信される受信信号のフレーム構成を示す図である。

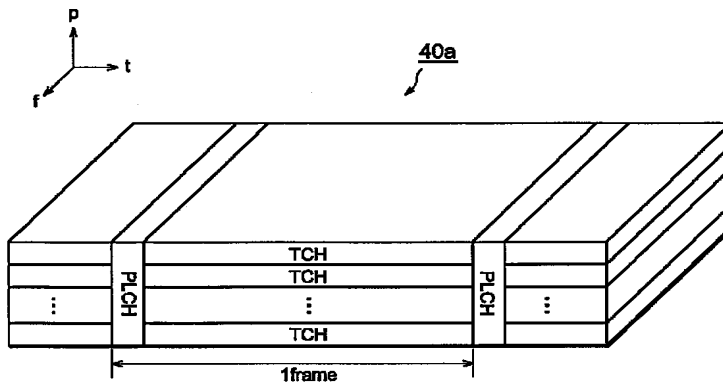
【符号の説明】

1, 2…移动通信システム、10, 20…移動局、11, 21…シンボル境界検出器、12, 22…S/P変換器、13, 23…FFT処理器、14, 24…フレーム遅延器、15, 25…位相差検出器、16, 26…相関器、17, 27…ピーク検出器、28…パイロットシンボル系列乗算器、30…基地局、31…制御情報伝送部、40a, 40b…受信信号

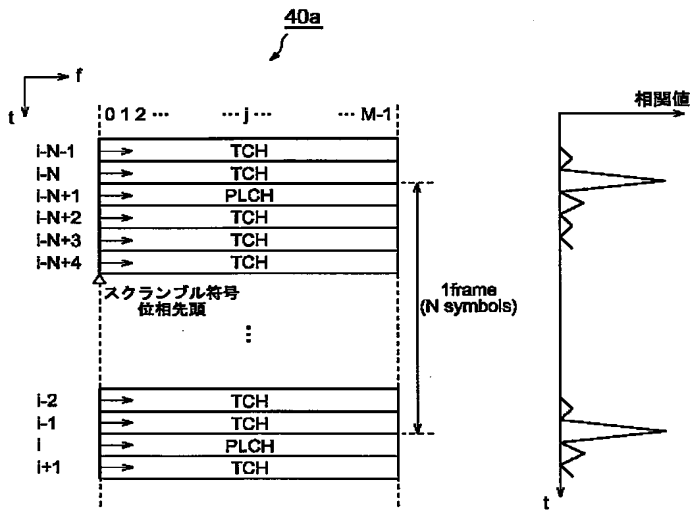
【図1】



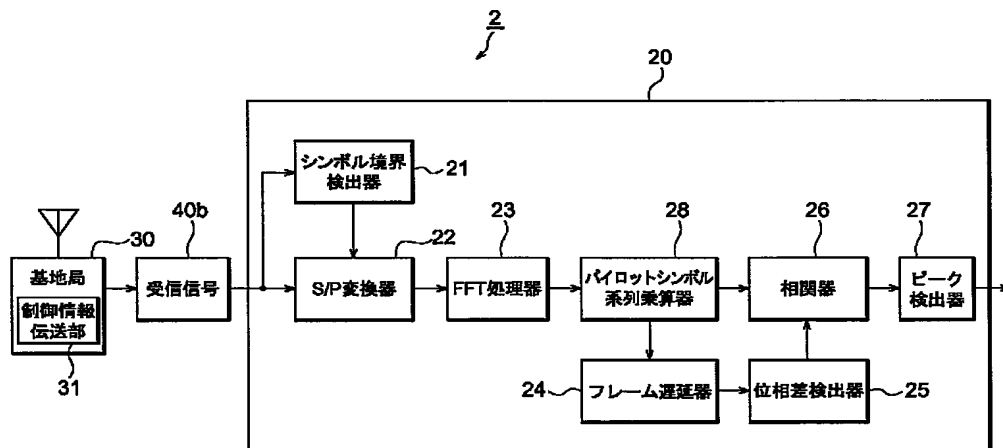
【図 2】



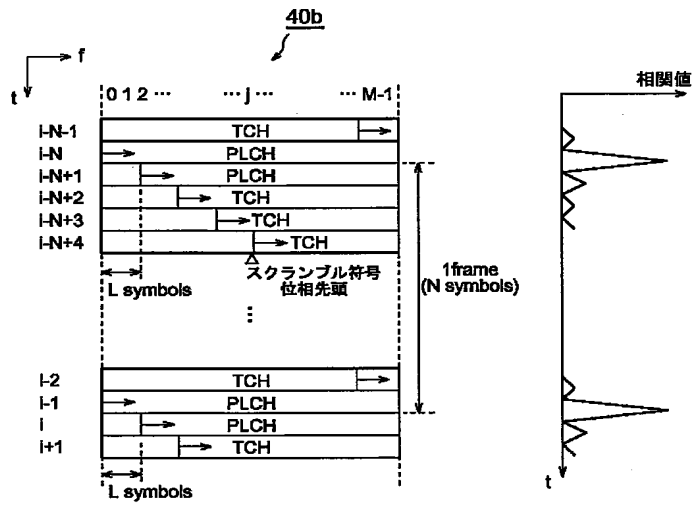
【図 3】



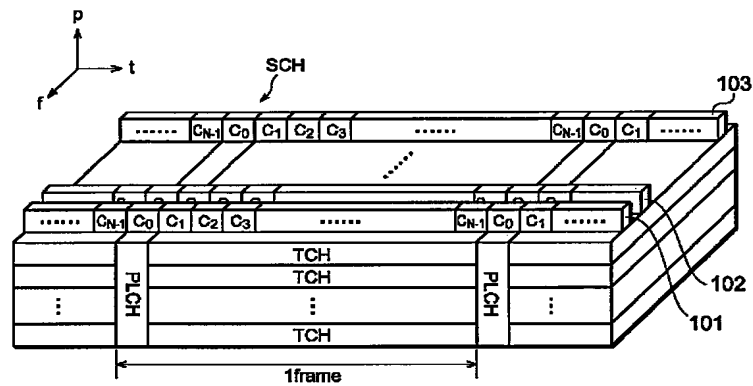
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72) 発明者 佐和橋 衛  
東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株  
式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

F ターム (参考) 5K022 DD01 DD13 DD18 DD33 DD42  
EE02 EE32 EE36 FF01  
5K047 AA15 BB01 HH01 HH12 HH15  
MM12 MM36 MM60  
5K067 AA13 CC10 DD25 EE02 EE10  
GG01 GG11